

UJI PARAMETER DAERAH ALIRAN SUNGAI UNTUK PREDIKSI DEBIT BANJIR (STUDI KASUS DAERAH ALIRAN SUNGAI DELUWANG BONDOWOSO)

Mahendra Andiek M¹

¹ Dosen Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS Surabaya, Kampus ITS Sukolilo Surabaya
mahendra_andiek_m@yahoo.co.id

ABSTRAK

Permasalahan banjir seringkali melanda kawasan Pantura Jawa setiap tahun. Masalah banjir pada umumnya disebabkan oleh buruknya sistem drainase dan yang lebih besar pengaruhnya adalah akibat rusaknya daerah aliran sungai. Daerah aliran sungai yang seharusnya menjadi konservasi air telah mengalami perubahan tata guna lahan akibat campur tangan manusia. Akibat dari perubahan tata guna lahan yang dapat dilihat secara langsung adalah seringkali terjadi debit yang tidak dapat diprediksi mengalir di sungai-sungai tempat daerah aliran sungai tersebut mengalami kerusakan. Untuk itu kajian mengenai model hujan debit perlu dikembangkan untuk dapat memprediksi besaran debit air yang melimpah pada saluran baik alam maupun buatan suatu daerah aliran sungai.

Model pengembangan hujan debit pada penelitian ini secara garis besar akan memodelkan hujan menjadi debit dengan mengambil lokasi di DAS Deluwang Bondowoso. Dengan menggunakan data hujan harian tahun 2001 akan ditransformasikan menjadi debit harian dengan memasukkan beberapa parameter seperti luasan sub das, evaporasi, nilai manning dan kemiringan lahan. Luasan sub das akan dijadikan fokus penelitian dengan mendasarkan pembagian sub das atas beberapa hal, yaitu membagi DAS Deluwang menjadi 1 sub das, membagi berdasarkan analisa peta topografi dan membagi berdasarkan orde sungai. Hasil yang diperoleh dari masing-masing pemodelan tersebut akan di kalibrasi dengan menggunakan data debit harian yang tercatat pada stasiun AWLR.

Pemodelan dengan membagi DAS Deluwang menjadi 1 sub das memberikan hasil kalibrasi - 0.508 untuk metode Nash dan 2.652 untuk metode RMSE dimana data curah hujan menggunakan analisa aritmatik. Untuk pemodelan dengan 1 sub das dengan memasukkan nilai Thiessen diperoleh hasil kalibrasi -0.499 untuk metode Nash dan 2.645 untuk metode RMSE. Untuk pemodelan dengan membagi sub das berdasarkan analisa peta topografi diperoleh hasil -2.51 untuk Nash dan 4.04 untuk RMSE. Hasil pemodelan yang lebih baik ditunjukkan melalui pemodelan dengan pembagian sub das berdasarkan orde sungai dimana untuk orde 2 diperoleh hasil Nash 0.97 dan RMSE 0.3211 sedangkan untuk pemodelan dengan orde 1 diperoleh hasil Nash 0.98 dan RMSE 0.2981.

Kata kunci : DAS Deluwang, Bondowoso, model hujan-debit, SWMM

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Wilayah pantai utara Jawa Timur menjadi daerah yang sering dilanda banjir dalam beberapa tahun ini. Wilayah tersebut pada umumnya terletak di muara sungai besar. Dalam studi ini akan meninjau salah satu wilayah pantai utara tersebut. Wilayah yang akan menjadi lokasi studi adalah Daerah Aliran Sungai Deluang di Kabupaten Situbondo. Bagian hulu daerah aliran sungai di wilayah tersebut memiliki kondisi topografi yang curam, tidak begitu luas serta panjang badan sungai yang relatif pendek. Di samping itu kondisi lahan daerah aliran sungai dalam kondisi kritis akibat perubahan tata guna lahan sehingga rawan longsor dan erosi. Sedangkan pada bagian hilir

merupakan daerah yang memiliki kemiringan lahan yang relatif landai. Kondisi di atas menyebabkan limpasan air hujan yang turun di DAS Deluang mengalir dengan cepat menuju daerah perkotaan dan memberikan andil atas terjadinya banjir. Selain itu pasang surut dari permukaan laut di daerah muara sungai menyebabkan efek *backwater* yang menyebabkan sistem drainase tidak dapat berfungsi secara optimal terutama pada saat terjadi banjir di perkotaan.

Sistem penanggulangan banjir yang cepat dan tepat hendaknya segera dirancang untuk mengantisipasi banjir yang sering mengancam di wilayah Pantura. Sebuah model yang telah dikembangkan dan digunakan di Amerika mungkin dapat menjadi salah satu solusi pemecahan masalah yang terjadi di DAS Deluang. *Storm Water Management Model (SWMM)* merupakan model yang mampu untuk menganalisa permasalahan kuantitas dan kualitas air yang berkaitan dengan limpasan daerah perkotaan. Storm Water Management dikembangkan oleh EPA (*Environmental Protection Agency – US*), sejak 1971 (Huber and Dickinson, 1988). SWMM tergolong model hujan aliran dinamis yang digunakan untuk simulasi dengan rentang waktu yang menerus atau kejadian banjir sesaat. Model ini paling banyak dikembangkan untuk simulasi proses hidrologi dan hidrolika di wilayah perkotaan.

SWMM telah diaplikasikan secara luas untuk pemodelan kuantitas dan kualitas air di wilayah perkotaan Amerika Serikat, Kanada, Eropa dan Australia. Model ini telah digunakan untuk analisa hidrolika yang kompleks dalam masalah saluran pembuangan (*sewer*), manajemen jaringan drainase dan studi berbagai permasalahan polusi (Huber, 1992-2001). Warwick dan Tadepalli (1991) telah melakukan kalibrasi dan validasi SWMM untuk memodelkan daerah aliran sungai di perkotaan seluas $\pm 10000 \text{ km}^2$ di Dallas Negara bagian Texas. Tsihrintzis (1995) memberikan contoh aplikasi SWMM pada empat daerah aliran sungai di South Florida dengan karakteristik daerah perkotaan yang berbeda dari segi prosentase pemukiman, pusat perbelanjaan dan tata guna lahan. Model ini juga terus dikembangkan dan disempurnakan untuk memberikan fasilitas pemecahan masalah saat ini. Pada perkembangannya SWMM telah dilengkapi dengan fasilitas WASP untuk pemodelan kualitas air lebih detail. Penggabungan dengan program Arcview juga dilakukan melalui *extention gisswmm*. Gisswmm dapat mengolah data geografis (spasial) sebagai input untuk SWMM atau PCSWMM (James et al.2002). Model ini juga terus dikembangkan agar dapat terhubung dengan salah satu program EPA yang paling populer yaitu BASIN 3.1.

Dalam studi ini program SWMM dipilih karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan program lain yang sejenis. Dengan SWMM kondisi yang terjadi di lapangan dapat dimodelkan dengan memasukkan parameter-parameter yang tercatat pada kondisi sesungguhnya. Hal ini menjadikan program SWMM dapat secara akurat memberikan hasil simulasi relatif sama dengan keadaan di lapangan. Selain itu program SWMM dapat juga digunakan untuk menganalisa masalah kualitas air dalam suatu basin. Dengan berbagai keunggulan dan belum banyak dikembangkan di Indonesia maka penulis memilih program SWMM untuk di uji keandalannya di DAS Deluang Kabupaten Bondowoso.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi di daerah studi dapat dirumuskan menjadi beberapa hal sebagai berikut :

1. Bagaimana metode pembagian sub-sub DAS yang sesuai dengan lokasi studi?

2. Bagaimana penerapan model hujan debit dengan parameter-parameter yang sesuai dengan kondisi Daerah Aliran Sungai Deluwang ?
3. Bagaimana kalibrasi dan uji keandalan model hujan debit untuk Daerah Aliran Sungai Dluwang ?

I.3. Tujuan

1. Untuk mendapatkan formasi sub-sub DAS yang sesuai dengan kondisi Daerah Aliran Sungai Deluwang.
2. Untuk mendapatkan model yang bisa diterapkan di Daerah Aliran Sungai Deluwang sesuai dengan parameter-parameter yang telah ditetapkan.
3. Untuk mengetahui keandalan model hujan debit pada Daerah Aliran Sungai Deluwang melalui kalibrasi hasil pemodelan dengan data AWLR.

I.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan formasi model hujan debit yang sesuai dengan kondisi Daerah Aliran Sungai Deluwang dengan menggunakan beberapa parameter yang akan ditetapkan, sehingga model hujan tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk diterapkan pada Daerah Aliran Sungai Deluwang.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini mencakup beberapa hal, yaitu :

1. Daerah studi dibatasi pada Daerah Aliran Sungai Deluwang.
2. Data-data yang dipergunakan data sekunder dari hasil pencatatan maupun hasil penelitian yang telah dipublikasikan.
3. Penelitian tidak meninjau masalah *groundwater*.
4. Program yang dipergunakan adalah Storm Water Management Model

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang air yang ada di bumi, meliputi pengukuran, sirkulasi dan distribusi, sifat kimia dan fisik, serta hubungannya dengan lingkungan termasuk hubungan dengan kehidupan. ("Scientific Hydrology," U.S. Federal Council for Science and Technology). Sedangkan siklus hidrologi adalah proses yang dimulai dari evaporasi di laut kemudian uap air dalam jumlah besar digerakkan oleh angin menuju atas daratan. Jika uap air tersebut didinginkan hingga titik jenuh maka akan mengalami kondensasi dan berubah menjadi air yang jatuh ke bumi sebagai hujan. Di daratan ada sebagian air yang meresap ke dalam tanah dan sebagian lagi langsung mengalir ke tempat-tempat tampungan air berupa sungai maupun danau. Hingga pada akhirnya air tersebut mengalir kembali ke tempat asalnya yaitu laut dan berulang-ulang proses tersebut berlangsung.

2.2. Analisa Data Hujan

2.2.1. Analisa Kurva Massa Ganda

Analisa kurva massa ganda adalah analisa yang berdasar pada perbandingan antara data yang akan dianalisa dengan data lain sebagai pembanding. Misalkan data hujan dari stasiun hujan A akan diuji kualitasnya. Data komulatif A dibandingkan

dengan data hujan B, dimana B adalah rata-rata stasiun hujan di sekitar A. Adapun syarat dari uji kurva massa ganda ini adalah :

- pola yang terjadi berupa garis lurus dan tidak terjadi patahan arah garis, maka data hujan A adalah konsisten.
- Pola yang terjadi berupa garis lurus dan terjadi patahan arah garis, maka data hujan A tidak konsisten.

2.3. Debit Observasi

Debit observasi adalah debit yang tercatat di lapangan dan akan digunakan sebagai kalibrasi model. Debit observasi biasanya dicatat oleh *Automatic Water Level Recording* (AWLR) yang secara otomatis mencatat debit dan elevasi muka air dalam periode yang panjang.

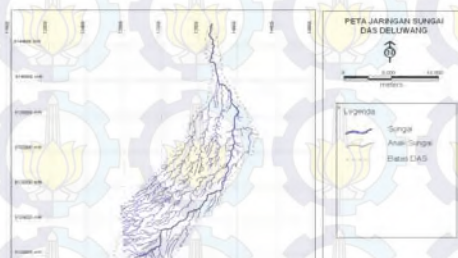
2.5. Kondisi Daerah Penelitian

2.5.1. Kondisi Topografi dan Drainase

Sungai Deluwang terletak di Kabupaten Bondowoso memiliki panjang $\pm 38,81$ km dan mempunyai luas DAS $\pm 163,833$ km². Daerah aliran Sungai Deluwang memiliki bentuk memanjang dan relatif sempit. Jika dilihat dari bentuk DAS tersebut pada bagian hulu dan tengah melebar sedangkan pada muara sungai menyempit (Gambar 2.6). Kemiringan lereng bagian hulu sangat curam berkisar 60° - 42° dan pada bagian hilir berkisar 0° - 23° , oleh karena itu pada bagian muara cenderung terjadi banjir.



Gambar 2.2. Daerah Aliran Sungai Deluwang



Gambar 2.3. Jaringan Sungai DAS

Tabel 2.1. Luas dan Kemiringan Sub DAS Deluwang

No	Nama Sub DAS	Luas (ha)	Kemiringan Lahan (°)
1	Sub Das 1	704164,18	26,5 – 33,5
2	Sub Das 2	420516,74	15,7 - 21
3	Sub Das 3	432897,45	11,3 - 21
4	Sub Das 4	80751.63	6.8 – 11.3

Sumber : Hasil Analisis Peta Topografi

Tabel 2.2. Tata Guna Lahan Berdasarkan Posisi Ketinggiannya

Area	Ketinggian Sub DAS dari permukaan air laut (m)	Nilai coef. Tata guna lahan
hutan	2650-1205	0.15
kebun, hutan	2072-916	0.15
kebun, ladang, permukiman	1494-338	0.30
sawah tadah hujan, permukiman, sawah irigasi	916-50	0.25
hutan, kebun, ladang	2361-50	0.20
sawah tadah hujan, permukiman, sawah irigasi	2361-51	0.25

Sumber : Hasil Analisa

2.5.2. Kondisi Hidrologi

Daerah Aliran Sungai Deluwang memiliki 5 Stasiun Hujan yang tersebar di DAS Deluwang yang direncanakan. Stasiun Hujan tersebut adalah Stasiun Hujan Dam Tunjang, Stasiun Hujan Baderan, Stasiun Hujan Blimbing, Stasiun Hujan Dawuhan, dan Stasiun Hujan Nangger.

Selain memiliki stasiun hujan, DAS Deluwang juga memiliki Stasiun AWLR yang terletak di Dawuhan yaitu bagian hilir dari batas lokasi studi. Data yang tercatat di AWLR ini yang akan digunakan untuk melakukan kalibrasi terhadap hasil model SWMM.

2.6. Kriteria Penampilan Model

2.6.1. Root Mean Square Errors (MSE)

RMSE bertujuan untuk mempresentasikan rata-rata kuadrat simpangan (selisih) antara nilai keluaran model terhadap nilai pengukuran atau target. Nilai *Root Mean Square Errors (RMSE)* mensyaratkan mendekati 1 untuk menunjukkan bahwa nilai rata-rata peramalan yang dihasilkan mendekati nilai sebenarnya.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})^2}$$

dimana :

Q_{obs} = debit hasil pengamatan di lapangan (m^3/dt)
 Q_{sim} = debit hasil pemodelan (m^3/dt)

Kalibrasi terhadap debit dilakukan dengan melakukan peninjauan perbedaan hasil pemodelan dari model SWMM terhadap hasil data pengamatan debit harian yang tercatat di AWLR Deluwang.

2.6.2. Nash

Metode kalibrasi dengan menggunakan Nash ini adalah dengan membandingkan kuadrat selisih debit hasil simulasi dan debit hasil pengamatan dengan kuadrat selisih debit pengamatan dan rata-rata debit pengamatan. Metode Nash mensyaratkan pemodelan dikatakan valid jika nilainya mendekati nol (0). Nash memberikan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\sum_i (Q_{sim} - Q_{obs})^2}{\sum_i (Q_{obs} - \bar{Q}_{obs})^2}$$

Nash = 1 -

dimana :

Q_{sim} = debit hasil simulasi (m^3/dt)

Q_{obs} = debit hasil pengamatan di lapangan (m^3/dt)

\bar{Q}_{obs} = rata-rata debit pengamatan di lapangan (m^3/dt)

3. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam studi ini berdasarkan pada beberapa teori, pokok pikiran dari berbagai literatur yang saling berkaitan. Dengan metode tersebut diharapkan nantinya akan mempermudah langkah-langkah pekerjaan untuk mencapai hasil yang diharapkan. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam studi ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini beberapa hal yang dilakukan meliputi :

- a. Studi literatur yang berhubungan dengan studi yang akan dilakukan sebagai bahan acuan untuk mengetahui penelitian yang telah dilakukan oleh pihak lain. Dari studi literatur akan didapatkan gambaran yang nyata tentang studi terdahulu dan langkah-langkah untuk menyelesaikan permasalahan.
- b. Survey lapangan untuk mengetahui dengan jelas permasalahan yang terjadi di daerah studi sehingga mempermudah penyusunan strategi dalam studi ini. Selain itu juga untuk mendapatkan gambaran secara langsung mengenai kondisi di lapangan seperti investigasi banjir yang terjadi di daerah studi.
- c. Mengumpulkan data yang diperlukan dalam studi ini. Data yang diperlukan adalah data sekunder yang berupa hasil pencatatan, hasil penelitian oleh pihak lain, dan gambar-gambar dari instansi yang terkait. Data dan gambar yang diperlukan dalam studi ini antara lain :
 - Curah hujan dari hasil pencatatan stasiun hujan untuk mengetahui besarnya curah hujan efektif
 - Data debit sungai dari hasil pencatatan AWLR untuk mengetahui besarnya debit yang dihasilkan oleh curah hujan efektif yang terjadi

- Peta tata guna lahan, untuk menentukan jenis tanah di lokasi studi dan menentukan persentase luasan jenis tanah tersebut sebagai input pada model hujan debit.
- Peta kontur untuk menentukan batas-batas *subcatchment* di daerah studi.

2. Tahap Analisa

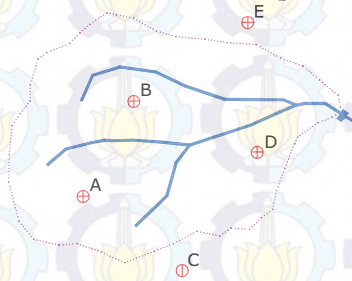
Pada tahap analisa akan dilakukan proses pengolahan data dan memasukkan parameter-parameter yang diperlukan dalam model hujan debit dari berbagai data yang telah ada. Tahap pertama adalah memasukkan peta DAS Deluwang sebagai *background* model. Tahap berikutnya adalah memasukkan parameter-parameter yang diperlukan berdasarkan kondisi wilayah studi. Setelah semua parameter dimasukkan ke dalam model, maka langkah selanjutnya adalah proses simulasi model yang hasilnya diharapkan akan sesuai dengan kenyataan di lapangan.

Pada penelitian ini akan menggunakan 3 metode pembagian sub das. Adapun metode tersebut adalah :

1. 1 sub das berdasarkan *Area Precipitation* (hujan rata-rata)
2. Pembagian sub das berdasarkan peta topografi
3. Pembagian sub das berdasarkan orde sungai

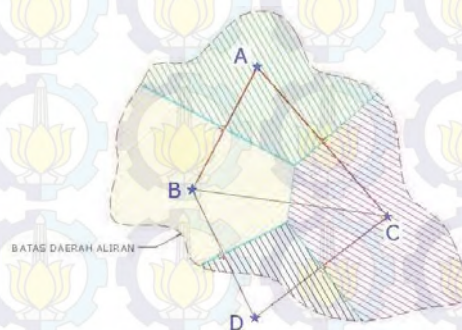
Untuk lebih jelasnya mengenai metode pembagian sub das, akan ditampilkan pada gambar berikut.

1.a. Pembagian sub das berdasarkan *Area Precipitation* (hujan rata-rata) Aritmatik



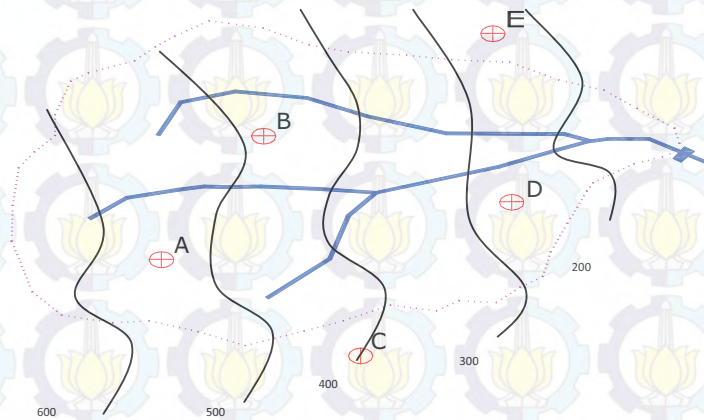
Gambar 3.1. Das dengan Hujan Rata-Rata Aritmatik

1.b. Pembagian sub das berdasarkan *Area Precipitation* (hujan rata-rata) Thiessen

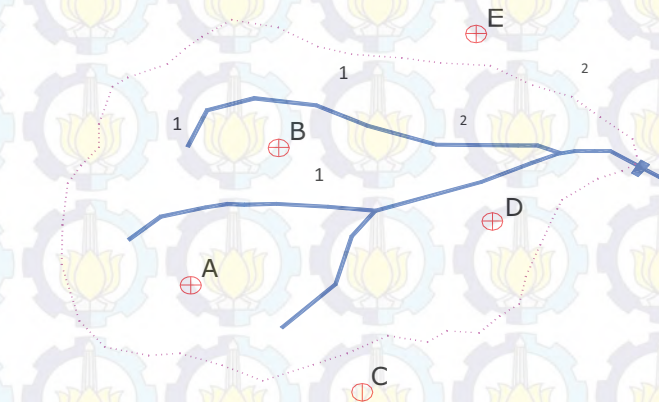


Gambar 3.2 Das dengan Hujan

2. Pembagian sub das berdasarkan peta topografi

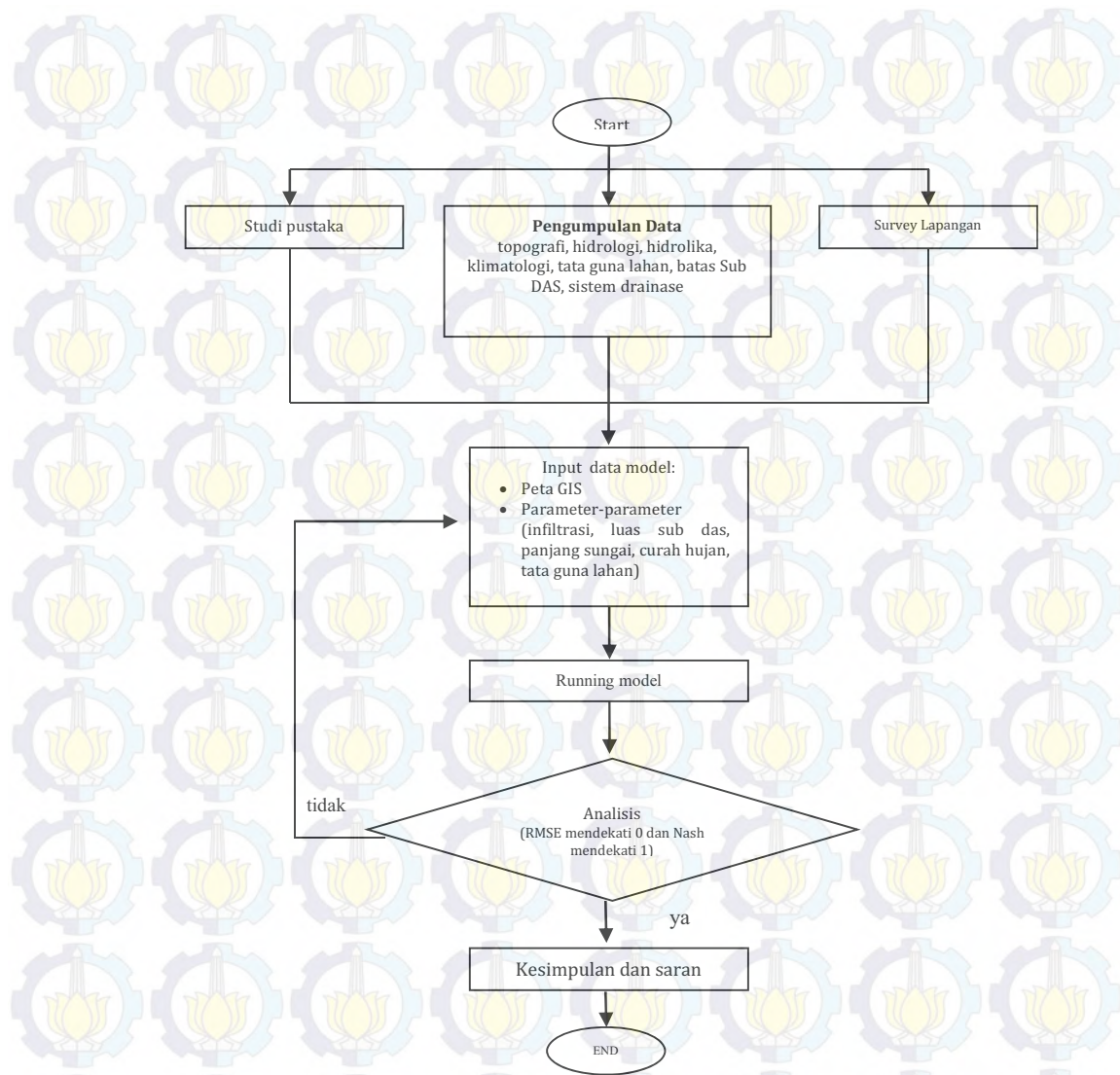


3. Pembagian sub das berdsarkan orde sungai



Gambar 3.4. Pembagian Sub Das Berdasarkan Orde Sungai

3. Tahap Kesimpulan dan Saran
Pada tahap kesimpulan dan saran diberikan ulasan mengenai hasil simulasi yang merupakan pokok dari studi. Dari hasil simulasi akan diketahui sejauh mana keandalan dari model hujan debit tersebut dan diberikan kesimpulan mengenai hasil simulasi serta saran untuk pengembangan studi selanjutnya.



Gambar 3.5. Bagan Alir Metodologi Pengerjaan

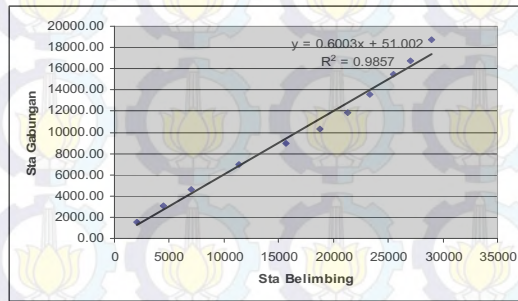
4. ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

4.1. Analisa Data Hujan dan Debit AWLR

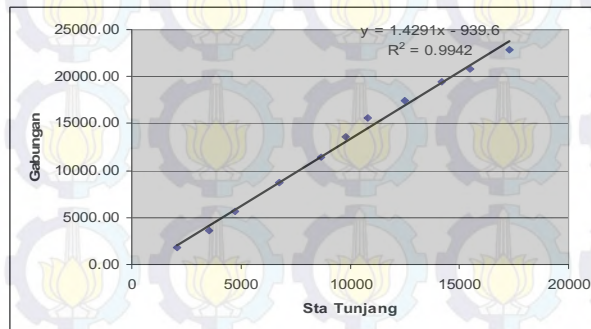
Data hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data hujan yang tercatat pada stasiun hujan di sekitar DAS Deluwang. Adapun stasiun hujan tersebut adalah Baderan, Belimbing, Nangger dan Dam Tunjang. Data hujan yang diperoleh adalah data hujan harian selama kurun waktu 11 tahun (1996 – 2006). Sedangkan untuk data debit digunakan data hasil pengamatan di AWLR Deluwang selama kurun waktu 11 tahun (1996-2006).

4.1.1. Analisa Kurva Massa Ganda.

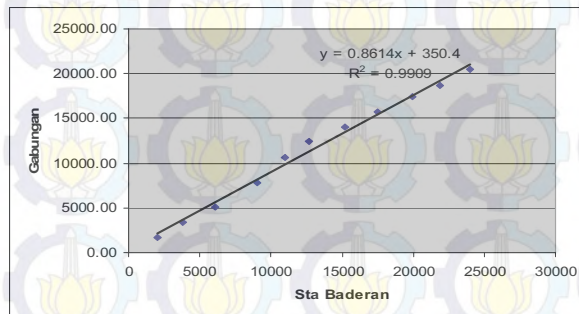
Untuk menganalisa tingkat kecocokan data hujan dalam DAS Deluwang tersebut maka dilakukan analisa kurva massa ganda. Adapun hasil dari analisa kurva massa ganda tersebut adalah sebagai berikut.



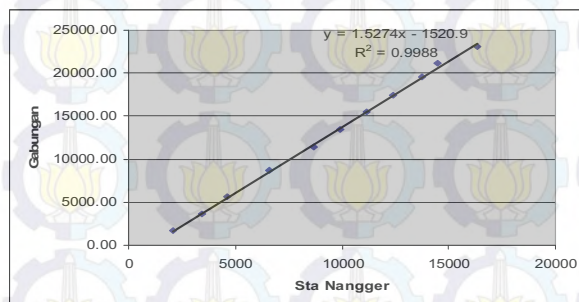
Gambar 4.1. Grafik Hubungan Antara Data Hujan Sta. Belimbing dengan Sta. Gabungan



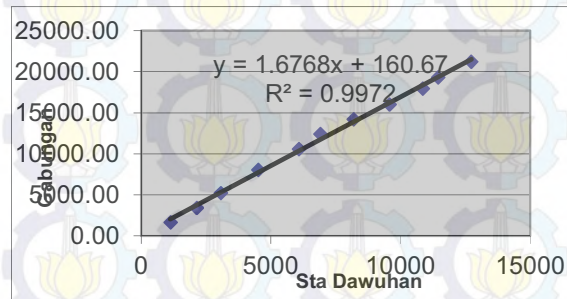
Gambar 4.2. Grafik Hubungan Antara Data Hujan Sta. Tunjang dengan Sta. Gabungan



Gambar 4.3. Grafik Hubungan Antara Data Hujan Sta. Baderan dengan Sta. Gabungan



Gambar 4.4. Grafik Hubungan Antara Data Hujan Sta. Nangger dengan Sta. Gabungan



Gambar 4.5. Grafik Hubungan Antara Data Hujan Sta. Dawuhan dengan Sta. Gabungan

Dari hasil analisa kurva massa ganda tersebut di atas dapat diketahui bahwa nilai R mendekati 1. Hasil ini mengindikasikan bahwa data hujan yang tercatat di masing-masing stasiun hujan memiliki tingkat kecocokan yang tinggi. Misalkan analisa pada stasiun hujan Nangger menunjukkan hasil $R^2 = 0.9988$, berarti tingkat kecocokan data hujan Stasiun Nangger dengan data hujan dari stasiun hujan lainnya sebesar 99,88 %. Berikut hasil keseluruhan dari analisa kurva massa ganda.

Tabel 4.1. Hasil Analisa Kurva Massa Ganda

Nama Stasiun Hujan	R^2
Belimbing	0.985
Tunjang	0.995
Baderan	0.992
Nangger	0.998
Dawuhan	0.997

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2. Analisa Curah Hujan Rata-Rata

Analisa curah hujan rata-rata pada penelitian ini dengan mengambil data dari 5 stasiun hujan yang berada pada DAS Deluwang, yaitu Belimbing, Baderan, D. Tunjang, Nangger dan Dawuhan. Data curah hujan yang digunakan adalah data hujan tahun 2001.

Analisa curah hujan rata-rata dengan Polygon Thiessen pada penelitian ini juga menggunakan data dari 5 stasiun hujan pada DAS Deluwang tahun 2001.

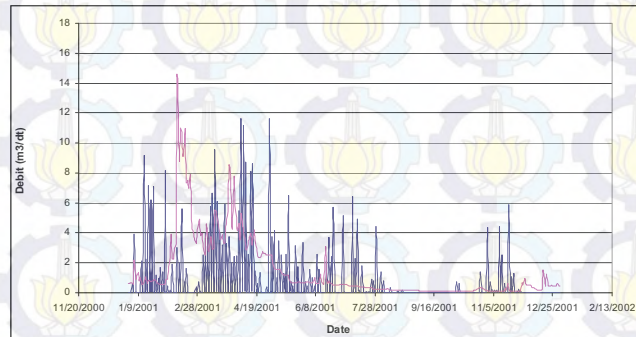
Tabel 4.2. Koefisien Thiessen DAS Deluwang

Stasiun Hujan	Luas (km ²)	Bobot
Belimbing	17,0159	0,104
Baderan	111,2581	0,679
Nangger	13,0892	0,080
Tunjang	12,8710	0,079
Dawuhan	9,5987	0,059
Jumlah	163,833	1,000

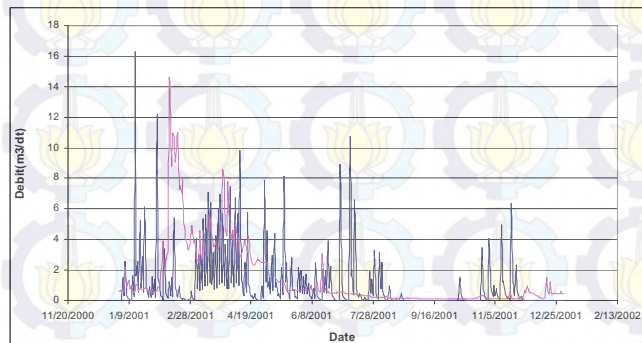
Sumber : Hasil Perhitungan

4.3. Analisa Hujan Debit

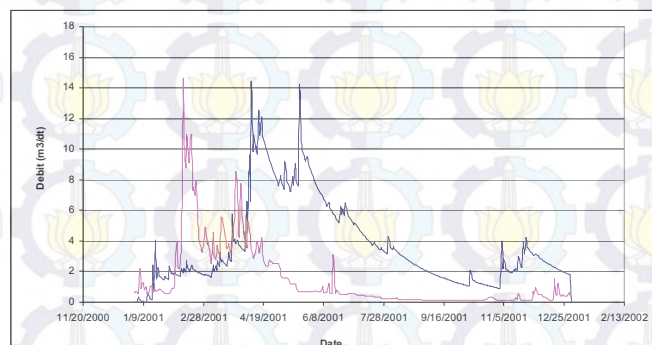
Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa percobaan dengan memasukkan parameter-parameter yang berbeda sehingga dicapai bentuk model yang menghasilkan *output* sesuai dengan kondisi di lapangan. Adapun parameter-parameter tersebut adalah luasan dari catchment area. Parameter-parameter tersebut akan dikombinasikan hingga memperoleh hasil terbaik yang digambarkan oleh kalibrasi data hasil simulasi dengan data hasil pengamatan.



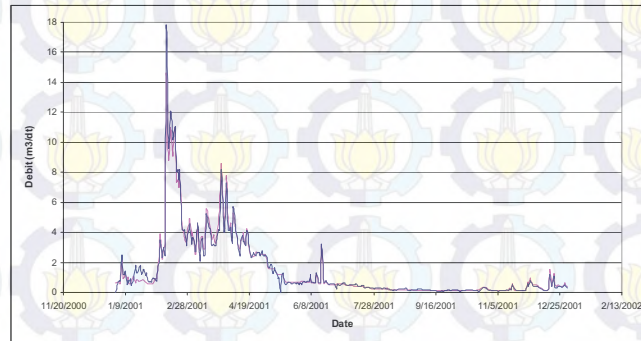
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Debit dengan Hari Hasil Pemodelan Hujan Debit DAS Deluwang dengan 1 *Sub Catchment Area* dengan Metode Aritmatik



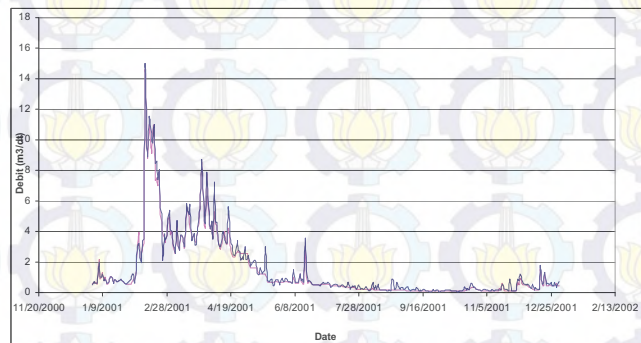
Gambar 4.7. Grafik Hubungan Debit dengan Hari Hasil Pemodelan Hujan Debit DAS Deluwang dengan 1 *Sub Catchment Area* dengan Metode Thiessen



Gambar 4.8. Grafik Hubungan Debit dengan Hari Hasil Pemodelan Hujan Debit DAS Deluwang dengan 4 Sub DAS



Gambar 4.9. Grafik Hubungan Debit dengan Hari Hasil Pemodelan Hujan Debit DAS Deluwang dengan Pembagian Sub DAS Berdasarkan Orde 2 Sungai



Gambar 4.10. Grafik Hubungan Debit dengan Hari Hasil Pemodelan Hujan Debit DAS Deluwang dengan Pembagian Sub DAS Berdasarkan Orde 1 Sungai

Dari beberapa percobaan di atas maka dapat ditabelkan hasil dari masing-masing pemodelan untuk mengetahui perbandingannya.

Tabel 4.3. Hasil Pemodelan Beberapa Pemodelan Hujan Debit DAS Deluwang

No	Metode Pemodelan	Jumlah Sub DAS	Jumlah Conduit	Metode Kalibrasi	
				NASH	RMSE
1	1 Sub DAS dengan analisa hujan metode aritmatika	1	-	-0.508	2.652
2	1 Sub DAS dengan analisa hujan metode Thiessen	1	-	-0.4996	2.645
3	4 Sub DAS berdasar analisa topografi	4	1	-2.51	4.04
4	Sub DAS berdasar orde 2 sungai	26	19	0.97	0.3365
5	Sub DAS berdasar orde 1 sungai	111	69	0.98	0.2981

Sumber : Hasil Perhitungan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pemodelan hujan debit Daerah Aliran Sungai Deluwang menggunakan beberapa metode, yaitu dengan memasukkan pengaruh curah hujan rata-rata metode aritmatika dan faktor Thiessen, membagi Daerah Aliran Sungai Deluwang berdasarkan analisa peta topografi serta membagi Daerah Aliran Sungai Deluwang menjadi sub-sub DAS berdasarkan orde sungai. Dengan mengacu pada hasil analisa topografi untuk pembagian sub-sub DAS dan selanjutnya digunakan sebagai dasar pemodelan dengan bantuan *Storm Water Management Model*, maka diperoleh hasil dimana pemodelan dengan membagi sub DAS berdasarkan orde 1 sungai memberikan hasil paling optimal.

Keandalan hasil pemodelan hujan debit pada DAS Deluwang dengan membentuk sub-sub DAS berdasarkan orde 1 sungai adalah mengacu pada hasil kalibrasi model dengan menggunakan metode Nash dan RMSE (*Root Mean Square Error*). Hasil kalibrasi yang diperoleh dengan metode Nash adalah 0.98, dimana metode Nash mensyaratkan hasil yang valid jika mendekati 1. Metode RMSE juga memberikan hasil yang cukup baik yaitu 0.2981, dimana metode RMSE mensyaratkan hasil yang valid jika mendekati 0.

5.2. Saran

Penelitian tersebut hendaknya dilanjutkan dengan memodelkan DAS Deluwang berdasarkan orde 3 dan 4 sungai. Hal ini perlu dikaji lebih lanjut karena untuk mengetahui pola angka kesalahan (error) dari proses kalibrasi dengan menggunakan metode Nash dan RMSE.

6. DAFTAR PUSTAKA

Burn, H.D. (1990). An appraisal of the region of influence approach to flood frequency analysis. *Journal of Hydrology* 35,2

Croke, B.F.W. 2004, A.B. Smith and A.J. Jakeman 2002, 'A One-Parameter Groundwater Discharge Model Linked to the IHACRES Rainfall-Runoff Model, University of Lugano, Switzerland, vol I, pp 428-433.

Konings, Alexandra (2006), *Detailed Modelling of an Urban Drainage Basin*, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.

Siradz, Syamsul A. (2001), *Peranan Uji In Situ Laju Infiltrasi Dalam Pengelolaan DAS Grindulu Pacitan*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Wu, L., Pan, L., Robertson, M., and Shouse, P. 1997. Numerical evaluation of ring infiltrometers under various soil conditions. *Soil Sci.* 162:771-777.